دراســـة تأثير بعض الخصائص الكهربائية للمطاط الصناعي المدعم بأسود الكربون

علي رزاق عبد الرضا
قسم الفيزياء/ كلية التربية/جامعة بابل ص.ب،العراق
Email: ali_rzzq@yahoo.com

الخلاصة :

تم في هذا البحث دراسة تاثير أسود الكاربون على بعض الخواص الكهربائية (التوصيلية الكهربائية والتوصيلية المولارية ودرجة التفكك) للمطاط الصناعي Buna نوع (SBR 1502)المذاب في الهبتان بتراكيز من 0.2%gm/ml الى 2% gm/mlعند درجات الحرارة ^{0}C (100,150,200,250,300). بأضافة اسود الكاربون بنسبة وزنية 5wt% الى المحلول المذاب من المطاط الصناعي .

أظهرت نتائج قياسات الخواص الكهربائية للمطاط بأن التوصيلية الكهربائية للمطاط تزداد مع زيادة التركيز بينما التوصيلية المولارية ودرجة التفكك تسلك سلوكا معاكسا". أما بالنسبة لتأثير درجة الحرارة فقد وجد ان الخواص الكهربائية للمطاط المدعم بأسود الكاربون يزداد بشكل ملحوظ بزيادة درجة الحرارة وهذه النتائج تقترح وجود اتحاد داخلي بين جزيئات البوليمر والمذيب وكذلك بين جزيئات البوليمر نفسها

A Study the Effect of Some Electrical Prosperities on Synthetic Rubber Reinforced with Carbon Black

Abstract :

In this work we study the effect of some electrical prosperities on synthetic rubber reinforced with carbon black diluted in heptanes with concentrations from 0.2% gm/mole to 2.0% gm/ mole in temperatures range (100, 150, 200, 250, 300) ^{0}C associated with amount weight of black carbon 5wt% added to the diluted rubber.

The results of electrical properties measurement of Buna rubber reinforced with black carbon show that the electrical conductivity is increased with increasing of concentration and both of molar conductivity and degree of dissociation are decreased with increasing of concentration, the results of effecting of temperatures on electrical properties show for Buna rubber increased with increasing of concentration and these results suggest there is association between rubber and solvent molecules and also there is association between rubber molecules it self .

١ـ المقدمة

ان المطاط الصناعي هو عبارة عن جزيئات هايدروكاربونية كبيرة تحتوي على اواصر مزدوجة وخلال عملية التصنيع تضاف اليه مواد مختلفة كأسود الكربون لتحسين مواصفاته الفيزياوية ومواد كيمياوية مختلفة لتسهيل عملية العجن، او خفض الكلفة، او زيادة مقاومة المطاط للظروف الجوية، وبسبب التطور الكبير الذي طرأ على تكنولوجيا انتاج المطاط الصناعي اخذت كمية المطاط الصناعي تفوق المطاط الطبيعي (عبد آل آدم كوركيس ,1983). اما من الناحية

الكيميائية فأن المطاط الصناعي (SBR) يتكون من وحدات الستايرين والبيوتاداياين ذي التركيب الكيميائي

ويعد مطاط SBR في الوقت الحاضر اهم انواع المطاط الصناعي على الاطلاق واكثرها انتاجاً في العالم والسبب في ذلك هو استقرار اسعاره عالمياً وملائمته من حيث علاقة الاداء بالكلفة (F.Bueche,1962). يتصف مطاط SBR بمقاومته الجيدة للالتواء، ومقاومته للشقوق الابتدائية وكذلك بمقاومته الجيدة للاحتكاك وقد جعلته هذه الخواص مفيداً في عدة تطبيقات هندسية وصناعية، اهمها صناعة الاطارات، والاحذية، والقوايش، والانابيب، وصناعة بعض الاجزاء الميكانيكية (A.Whelan and K.Lee, , 1979) قام(S.Lin,1985) بتعريض نماذج للمطاط (SBR) المفلكن للاشعة فوق البنفسجية بطول موجي (٣٥٠) نانومتر لمدة شهر في الهواء وكانت النتيجة حصول عملية اكسدة لتراكيب المطاط ونتج عن ذلك تكوين مجاميع الكاربونيل والهيدروكسيل وزيادة في مركبات ZnS , ZnO مع زيادة كمية الاوكسجين المستهلكة.كما درس (S.Choi,2000) تغير كثافة التشابك لانواع المطاط الطبيعي NR والصناعي SBR وBR المفلكن بنظام التقسية الفعال (Efficient vulcanization system) بالتعتيق الحراري بدرجات حرارية (٤٠،٦٠، ٨٠)مْ ولفترات زمنية (٥، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٢٥) يوماً اذ لحظ ان كثافة التشابك تزداد بعد التعتيق الحراري وانها تأخذ الترتيب الاتي :

SBR>BR>NR

٢- الجانب النظري

الخواص الكهربائية:

٢-١التوصيلية الكهربائية:

أن جسيمات المواد المذابة تتآلف من أجزاء موجبة وسالبة، وأن هذه الأجزاء تتوجه بشكل قانوني تحت تأثير المجال الكهربائي وهي توضع على هيئة سلاسل يتجه فيها الجزء الموجب من كل جسيم نحو الكاثود، بينما الجسيمات السالبة نحو الأنود. إن التركيب الكيميائي للمطاط ذو تأثير محدد في حركة الأيونات إذ تزداد توصيلية المطاط بزيادة درجات الحرارة اعتماداً على المعادلة **(M. Serin,2003)**:

$$X = Ae^{-\Delta u / RT} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2)}$$

(A) ثابت يعتمد بصورة حقيقية على معكوس الحرارة ($A\alpha\frac{1}{T}$)، (R) ثابت الغازات العامة، (Δu) طاقة التنشيط. وتعتمد التوصيلية بصورة أساسية على وجود الأيونات الحرة غير المرتبطة كيميائياً مع الجزيئات الكبيرة، وفي حقيقة الأمر أن هذه الجزيئات الكبيرة لا تشارك في التوصيلية (Al-Bermany,1995). لذا فأن التوصيلية تعتمد على عاملين أساسيين هما حاملات الشحنة (n) وقابلية الحركة (Mobility) (M_x) حسب المعادلة :

$$X = q\bar{n}M_x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(3)}$$

٢-٢ التوصيلية المولارية:

تعرف التوصيلية لإلكتروليت ما على أنها النسبة بين توصيلية المحلول إلى تركيز المحلول المولاري (حنا،1992) كما في العلاقة الآتية:

$$\Lambda = \frac{X}{C_m} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

٣-٢ درجة التفكك:

أول من وضع نظرية التحليل الكهربائي هو العالم ف.جرونوس إذ أوضح أن جسيمات المواد الذائبة تتألف من أجزاء موجبة وسالبة، وعمل علماء بعده على هذا المنوال حتى جاء العالم س.ارينيوس عام (1887) وبنى فرضية التفكك الكهربائي، إذ أشار إلى أن جزيئات الأملاح والأحماض والقواعد أثناء ذوبانها بالماء تتعرض إلى تفكك تتحول جراءه إلى أيونات والماء بتفكيكه لجزيئات الجسم المذاب، يدخل مع الأيونات في مركبات غير ثابتة، وتمثل درجة التفكك الجزء المتفكك من مول واحد من المحلول في حالة الاتزان (عاشور،2000) وتعطى بالعلاقة:

$$D.D = \Lambda / \Lambda_0 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

(Λ_0) تمثل التوصيلية المولارية عند التخفيف اللانهائي، ويتم الحصول عليها من رسم العلاقة البيانية بين الجذر التربيعي للتركيز ($\sqrt{C}$) والتوصيلية المولارية (Λ) وأن نقطة تقاطع المنحني مع محور الصادات تمثل (Λ_0)(عاشور،2000) إذ قيمة (Λ) أصغر من (Λ_0) أي درجة التخفيف حسب قانون استولد ($0 \le D.D. \le 1$) [٧] .

٣- الجزء العملي

٣-١المواد المستخدمة

٣-١-١المطاط

تم استخدام المطاط الصناعي (SBR1502) والجدول (١-١) يبين المواصفات المعتمدة من قبل الشركة العامة لصناعة اطارات بابل لهذا المطاط [١٠]

جدول (١-١) المواصفات المعتمدة من قبل الشركة العامة لصناعة اطارات بابل للمطاط الصناعي (SBR 1502) تركي المنشا .

CHARACTERISTICS	REQUIREMENTS
Specific gravity	0.95
Volatile matter	0.75 Maximum
Ash at 550	1.5 Maximum
ETA Extract	4.75 – 7.75
Soap	0.5 Maximum
Bound styrene	23.5 ±1.0 Maximum
Organic acid	4.7- 7.2
C°Viscosity ML(1+4)100	52 ± 3

٣-١-٢ اسود الكربون

وهو مسحوق من دقائق كرافتية التركيب تتراوح اقطارها بين (١.٠-٤٠٠) نانومتر و تختلف استخداماتها بحسب حجم الحبيبة [١٠,١١] ، و يأتي اسود الكربون في المرتبة الثانية بعد المطاط من حيث الاهمية في الصناعات المطاطية ، لكونه عامل تقوية جيد و مناسب، يساعد في تحسين الخواص الكهربائية لمركب المطاط الداخل في الصناعات المطاطية. [١١] استعملنا في البحث الكاربون الاسود المصباحي Lamp Black : ينتج هذا النوع من احتراق الوقود في وعاء مفتوح حيث تجمع دقائق اسود الكاربون في غرفة الترسيب وحجم الدقائق يتراوح بين (٣٠٠-٥٠٠) انكستروم .

٣-١-٣ الهبتان :

تم استعمال المذيب العضوي الهبتان ذو الصيغة الجزيئية (C_7H_{16}) اما الصيغة التركيبية $CH_3(CH_2)_5CH_3$ وهو احد الالكانات التي تذوب المطاط (Buna) [٩].

حيث ترتبط كل ذرة كربون في الهبتان باربع ذرات هيدروجين باصرة تساهمية تسمى الالكانات و تسمى احيانا باسمها القديم البراخيتات الذي يعني قلة الفعالية فالالكانات خاملة غير فعالة، تختلف جزيئات الالكانات بعضها عن بعض بمجموعة CH_2 وتدعى سلاسل المركبات التي تختلف افرادها عن التي تليها بمقدار ثابت بالسلاسل المتجانسة و تسمى افرادها اشباه متجانسة والاختلاف الثابت بين افرادها المتتالية هو (CH_2) لذلك يمكن القول ان القانون العام لافراد هذه السلسلة هو C_nH_{2xn+2} .حيث

٣-١-٤ زيت العمليات Process Oil

وهذا الزيت اما ان يكون اروماتياً (Aromatic) او برافينيا (Parafinic) او نفثانيك (Napthanic) وزيت المستخدم في البحث هو الزيت البرافيني، و يستخدم الزيت لغرض تجانس المواد الحشوية مثل الكاربون مع المطاط والمواد الاخرى اذ يسهل عملية مزج تلك المواد [١١] .

٣-٢تحضير النماذج

تم أذابة 25gm من للمطاط الصناعي Buna نوع (SBR 1502) في 100ml من الهبتان وبتراكيز من 0.2gm/ml الى 2.0gm/ml لغرض الحصول على محاليل المطاطBuna بوزن جزيئي (Mv=9400) وتم الاستعانة بجهاز المحرك المغناطيسي الدوار Magnetic stirrer لتسريع عملية ذوبان المطاط الصناعي في الهبتان وكذلك وضع زيت البرافين بنسبة 2gm لمجانسة المحلول بعد أضافة مسحوق أسود الكاربون بنسبة وزنية(5wt%) الى محلول المطاط Buna المذاب .وأخذت قراءات التوصيلية الكهربائية لمحاليل (المطاط الصناعي) باستخدام جهاز رقمي نوع (alpha 800) من صنع شركة (coortelond.Ltd.inpover English) يحتوي على مجسين أحدهما خاص لقياس درجة الحرارة والآخر لقياس التوصيلية الكهربائية وبنسبة خطأ (0.0002 ±) حيث تمت هذه القياسات عند تردد مقداره (20KHz).تم السيطرة على درجة الحرارة باستخدام جهاز الثرموستات من صنع شركة (phywe) يعمل بفولتية (220V) ويتكون من حوض مغلف بطبقة من الفلين لحمايته من الاهتزازات الخارجية مزود بجهاز تسخين وتبريد وخلاط وتمت القياسات عند مدى درجات الحرارة $(100-300)^0 C$.

النتائج والمناقشة :

من خلال نتائج القيم المقاسة لمختلف التراكيز للمطاط الصناعي ضمن مدى درجات الحرارة ^0C (100,150,200,250,300) و الشكل (١) يوضح زيادة التوصيلية الكهربائية مع زيادة التركيز قبل أضافة أسود الكاربون ويعود سبب ذلك الى الزيادة الناتجة من تغيير في درجة التأين فان تسليط مجال كهربائي يؤدي الى خلخلة الشحنات في جزيئات المطاط غير القطبي وجعلها متنافرة اي ظهور ثنائيات قطب محتثة قابلة للتوصيل الكهربائي وبالتالي زيادة التوصيلية كهربائية للمطاط مع زيادة التركيز [١٠].

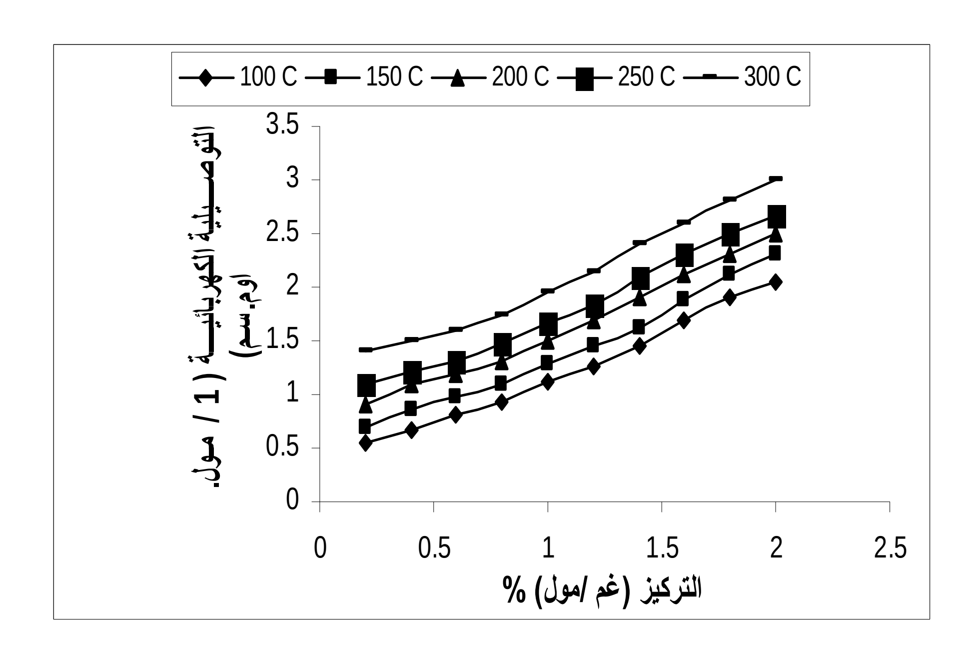
أما الشكل (٢) يوضح زيادة التوصيلية الكهربائية بشكل ملحوظ مع زيادة التركيز بعد أضافة أسود الكاربون وذلك لان مضاف اسود الكاربون يعتبرمادة مدعمة بسبب امتلاكه خاصية الامتزاز السطحي القوية ويساعد على التغلب على تفسخ المطاط وأكسدته بالاضافة الى ذلك يؤدي الى زيادة تركيز الايونات والالكترونات الحرة وبالتالي زيادة التوصيلية الكهربائية[١١,١٢] .

وباستخدام العلاقة (٢) تم حساب قيم التوصيلية المولارية للمطاط الصناعي قبل أضافة اسود الكاربون والشكل (٣) يوضح نقصان قيم التوصيلية المولارية مع زيادة التركيز.وذلك لان زيادة التركيز يؤدي الى تغير الالكترونات والايونات الحرة مما يؤدي الى نقصان قابليتها على التوصيل وبالتالي نقصان التوصيلية المولارية[١٣] ،أما الشكل(٤) يوضح نقصان كبير في قيم التوصيلية المولارية للمطاط الصناعي بعد أضافة اسود الكاربون ويعزى ذلك الى وجود التنافر الكهروستاتيكي الذي يؤدي الى **نقصان** الترابط الجزيئي بين جزيئات المطاط والمذيب مما يؤدي الى ابطاء حركة الايونات [١٤].

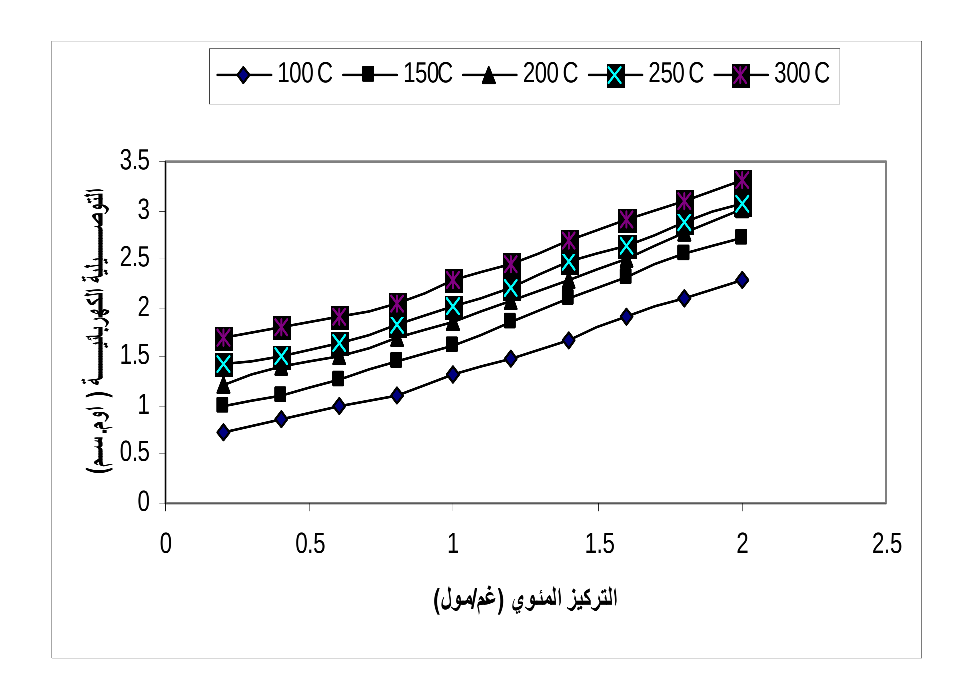
وبعد الحصول على قيمة التوصيلية المولارية عند التخفيف اللانهائي وذلك من تقاطع المنحني في الشكل (٣،٤) مع المحور العمودي ثم حساب درجة التفكك [٨] باستعمال العلاقة (٣)

يوضح الشكل (٥) تناقص قيم درجة التفكك مع زيادة التخفيف قبل أضافة أسود الكاربون حيث ينص قانون او ستولد التخفيف على ان درجة التفكك تزداد مع زيادة التخفيف ويمكن ان تحصل حالة تفكك كاملة عندما يصل التخفيف الى قيمة لانهائية (D.D=1) حيث درجة التفكك تزداد في المدى ($0 \leq D.D \leq 1$) ، أما الشكل (٦) يوضح تناقص قيم درجة التفكك مع زيادة التخفيف بعد إضافة أسود الكربون بسبب حجم دقائق اسود الكربون والمساحة السطحية العالية له حيث تكون أحجام الدقائق لاسود الكربون مختلفة من نوع إلى آخر[١٥].

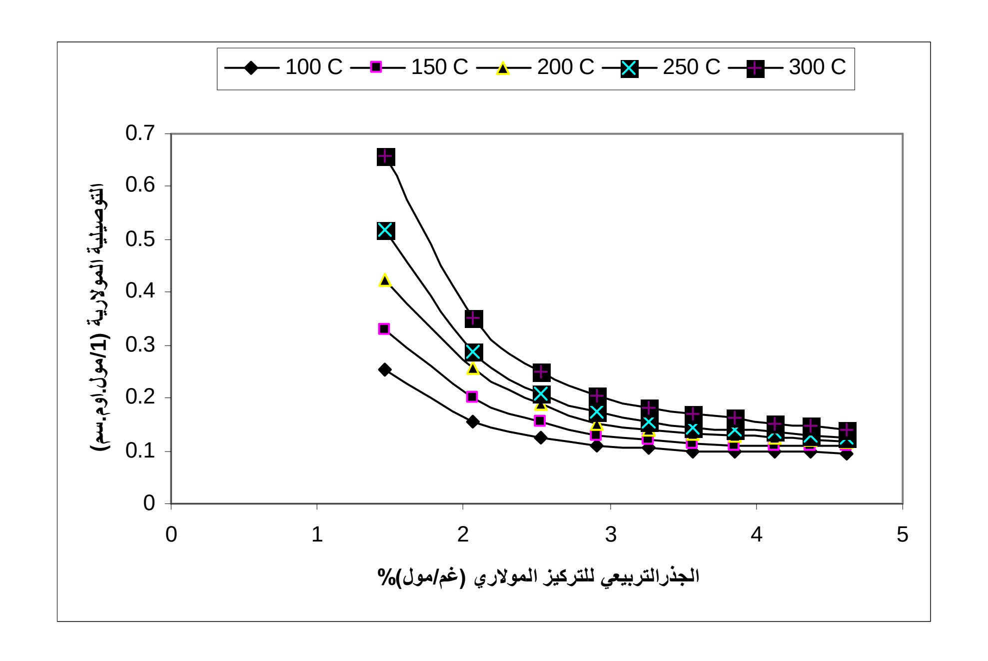
ويوضح الشكل (٧) زيادة التوصيلية الكهربائية مع درجة الحرارة قبل إضافة اسود الكربون وذلك بسبب زيادة الطاقة الحركية للايونات في المحلول وبالتالي تزداد حركتها التي تؤدي إلى زيادة التوصيلة الكهربائية بالإضافة إلى التناسب الطردي بين التوصيلية الكهربائية ودرجة الحرارة وحسب العلاقة (١) [١٥].أما بعد إضافة أسود الكربون للمطاط الصناعي تكون زيادة التوصيلية الكهربائية بشكل ملحوظ مع درجة الحرارة بسبب دقائق اسود الكربون التي تكون ذات سطح ناعم املس والبعض الآخر يكون عالي المسامية وبالتالي فان المطاط الصناعي المدعم بهذا النوع من اسود الكربون المسامي تكون قيم التوصيلية الكهربائية له جيدة[١٥].



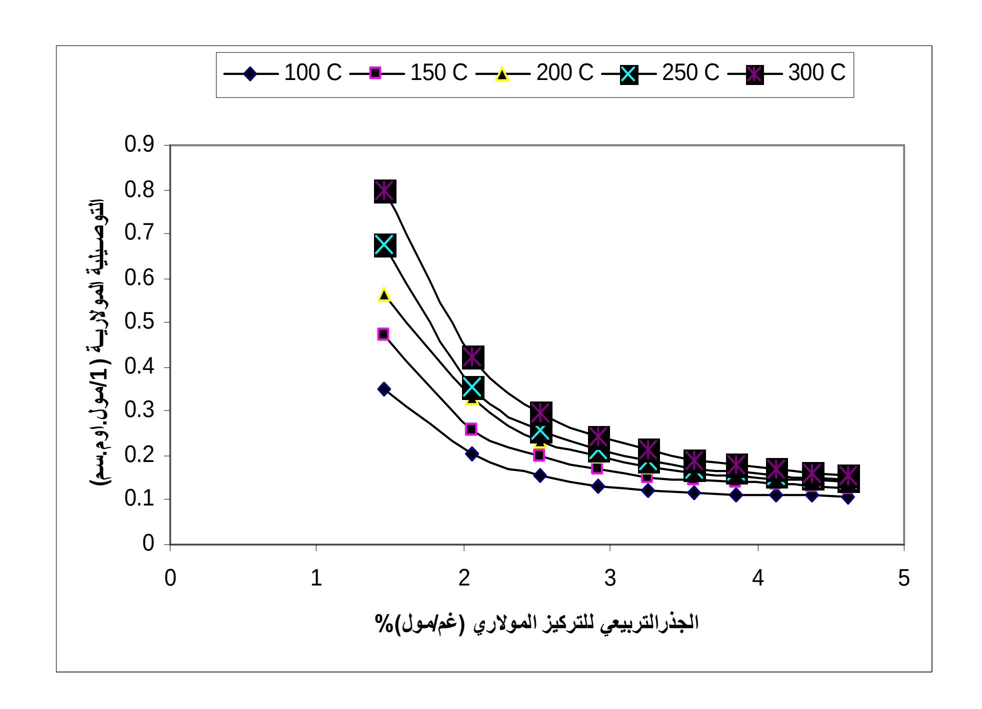
الشكل (١) يوضح العلاقة بين التوصيلية الكهربائية والتركيز قبل اضافة اسود الكربون



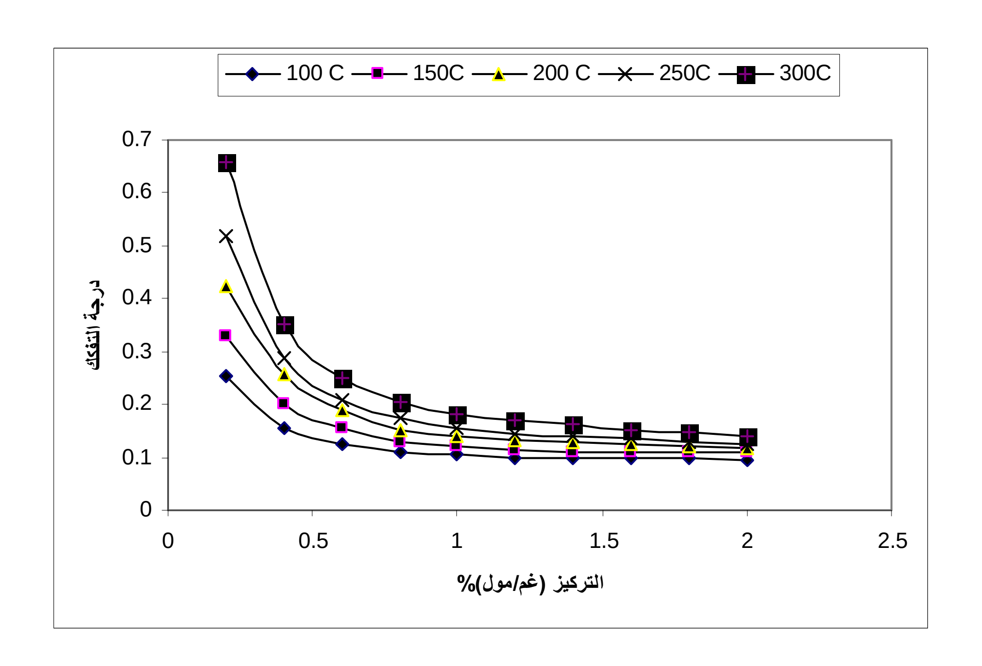
الشكل (٢) يوضح العلاقة بين التوصيلية الكهربائية والتركيز بعد اضافة اسود الكربون



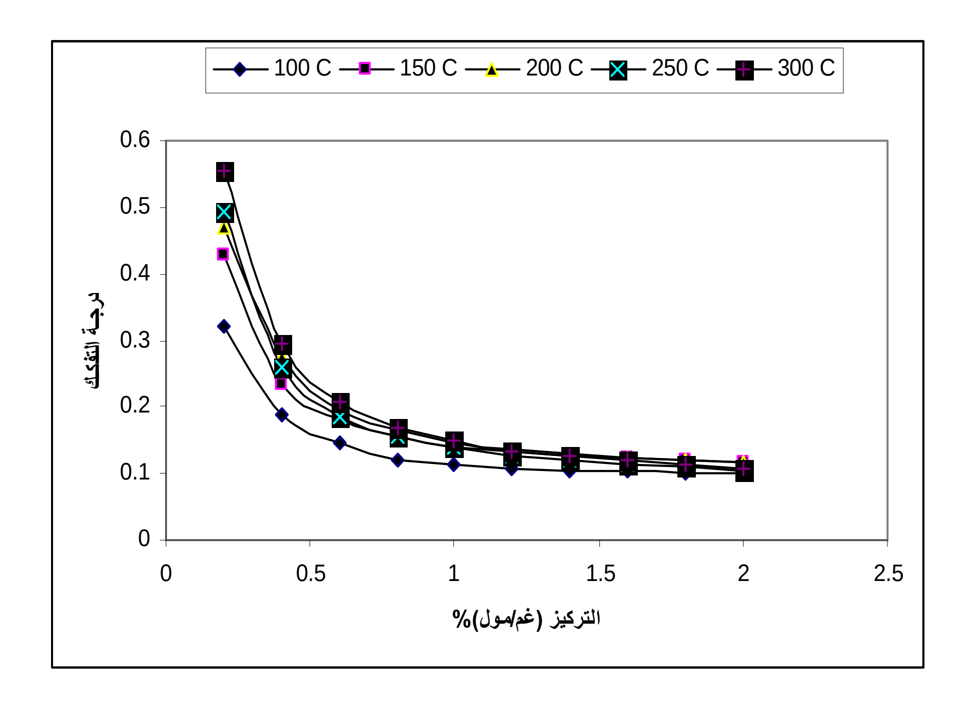
الشكل (٣) يوضح العلاقة بين التوصيلية المولارية والجذر التربيعي للتركيز قبل اضافة اسود الكربون



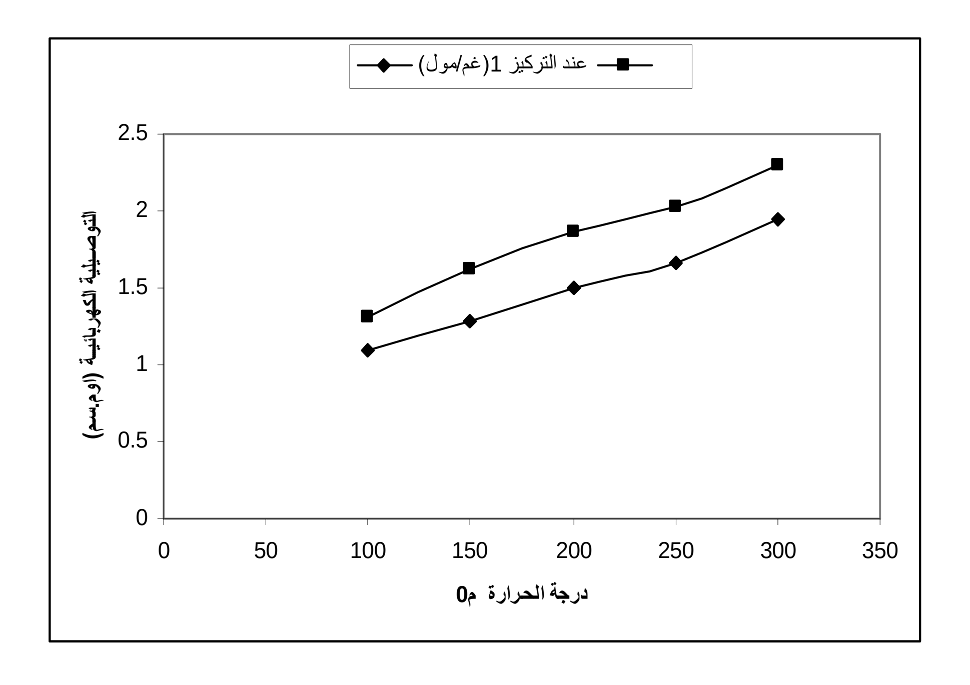
الشكل (٤) يوضح العلاقة بين التوصيلية المولارية والجذر التربيعي للتركيز المولاري بعد اضافة اسود الكربون



الشكل (٥) يوضح العلاقة بين درجة التفكك والتركيز قبل اضافة اسود الكربون



الشكل (٦) يوضح العلاقة بين درجة التفكك والتركيزالمئوي بعد اضافة اسود الكربون



الشكل (٧) يوضح العلاقة بين التوصيلية الكهربائية ودرجة الحرارة عند تركيز مئوي ١ (غم/مول)

الاستنتاجات Conclusions

من نتائج أجراء البحث تم التوصل الى الاستنتاجات التالية :

١- تبين ان المطاط الصناعي المدعم بأسود الكاربون يظهر تغيرا مستمر في الخواص الكهربائية مع زيادة التركيز ولمختلف درجات الحرارة .
٢- زيادة في قيم الخواص الكهربائية للمطاط الصناعي المدعم بأسود الكاربون بشكل ملحوظ بزيادة درجة الحرارة بسبب زيادة الطاقة الحركية للايونات في المحلول وبالتالي زيادة طاقتها الحركية مما أدى الى زيادة قيم التوصيلية الكهربائية .
٣- أن وجود المطاط الصناعي مع أسود الكاربون كطور للتدعيم ادى الى تحسين الخصائص الكهربائية لمركب المطاط الداخل في الصناعات المطاطية .ويرجع سبب ذلك الى طبيعة المادة المضافة التي تعتبر عامل تقوية جيد و مناسب للتجانس مع المطاط الصناعي مما يجعله رخيص الثمن وعديم اللون والرائحة وغير سام .
٤- معرفة مدى قابلية المطاط الصناعي على تحمل التاثيرات الخارجية مما يستهدف على أختيار أنسب تركيز يستفاد منه في التطبيقات الهندسية و الصناعية .

المصادر

-1عبد آل آدم كوركيس ،*تكنولوجيا وكيمياء البوليمرات* ، جامعة البصرة ، ١٩٨٣ .

2-F.Bueche , *Physical Properties of Polymer*, Inter Science Publishers, New York, 1962 .

3- A.Whelan and K.Lee, *Developments in Rubber Technology* , Hertford ,UK, 1979.

4-S. Lin, *Appl. Surf . Sci*., **26**, 461,(1985) .

5-S.Choi, Bull. *Korean Chem . Soci* ., **21**, 628, (2000).

6-M . Serin , O.(ankurtaran , F yi maz , (optoelect ronics and Advanced Materials) . J . 5,3 , (2003) .

7-Al-Bermany, A.K.J. "A Study of the Physical Properties of some Cellulose Derivative Polymers", Al-Mustansiryah University, Ph. D. Thesis, 1995.

٨- حنا ، ادمون ميخائيل ، "الكيمياء الكهربائية"، الطبعة الأولى، دار الحكمة للطباعة والنشر- بغداد ص: ١٥-٢٥. 1992 .

٩- عاشور، عبد الله سعيد ، "تأثير أشعة كاما على الخواص الكهربائية والبصرية لأغشية الجرمانيوم العشوائية الرقيقة النقية والمطعمة بالانتيمون"، رسالة ماجستير، جامعة بابل- كلية العلوم، 2000.

١٠- P. Johnson , *Rubber World* , **180**, 47, (1979).

١١- المسعودي، نجاح كاظم عليان ، "دراسة تأثير الظروف البيئية في متراكبات البولي اثيلين عالي الكثافة المدعم بأسود الكاربون"، رسالة ماجستير، كلية العلوم- جامعة بابل. 2004

١٢ - د. مصطفى الجراح ، *مفاضلة بين الطرق التكنولوجية في انتاج مطاط SBR*، مركز بحوث النفط ، ١٩٨٩ .

١٣- فائز الرماحي ، *دراسة سلوك التعتيق الحراري للخلطة المطاطية لطبقة الاطار الملامسة للارض* ، رسالة ماجستير ، جامعة الكوفة ، ١٩٩٧ .

١٤- H.Waddell , *Rubber Chem . Technol* ., **71**(3) , 590 , (1998) .

١٥ -الجعيـــفري ،فـــــارس محمـد عـــــــلي ، تحضير عازل حراري سيراميكي من مخلفات محطات توليد الطاقة الكهربائية ودراسة بعض خصائصه الفيزياوية والكيمياوية،رسالة ماجستيركلية العلوم جامعة بابل، ٢٠٠٥.